



ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

6 февруари 2026

III година

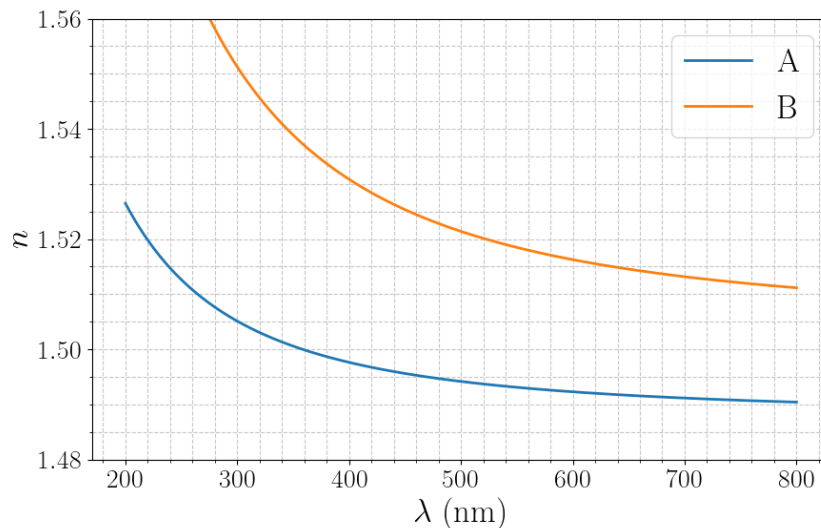
(решенија на задачите)

Задача 1. Во областите од физиката, коишто ги проучуваат својствата на брановите во различни материјали, често се користат графици на зависноста на индексот на прекршување од брановата должина, таканаречени дисперзиони криви. Тие содржат значајни информации за самите материјали. Пример за таков график е даден на Слика 1, на којшто се прикажани дисперзионите криви за два различни материјала А и В.

а) Ласер зрачи сноп монохроматска светлина низ двата материјала со бранова должина 460 nm. Колкава е брзината на ширење на бранот во материјалите А и В на дадената бранова должина?

б) Доколку се знае дека опсегот на бранови должини на видливата светлина е 400-700 nm, кој материјал покажува поголема дисперзија во тој опсег?

Брзината на светлината изнесува $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.



Слика 1

Решение:

а) Од графикот се отчитуваат вредностите за индексите на прекршување n на материјалите за светлина со бранова должина $\lambda = 460$ nm:

$$n_A = 1,495, \quad n_B = 1,525. \quad (1)$$

Брзината на светлината, пак, е поврзана со индексот на прекршување и брзината на светлината во вакуум преку релацијата

$$v = \frac{c}{n}. \quad (2)$$

Заменувајќи ги вредностите отчитани од графикот, за брзините на светлината во материјалите се добива:

$$v_A = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,495} \approx 2,01 \cdot 10^8 \text{ m/s}; \quad (3)$$

$$v_B = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,525} \approx 1,97 \cdot 10^8 \text{ m/s.} \quad (4)$$

б) Поголема дисперзија покажува материјалот којшто има поголема промена во индексот на прекршување за даден интервал на бранови должини. Од графикот се забележува дека кривата на материјалот В покажува поголема варијација на индексот на прекршување во интервалот 400–700 nm.

Забелешка: Делот **а)** носи 12 поени, а делот **б)** носи 8 поени. Во делот **а)**, за отчитување на индексите на прекршување од графикот се доделуваат 4 поени. За запишување на Равенка (2) се доделуваат 4 поени. За добивање на точните нумерички вредности за брзините се доделуваат преостанатите 4 поени. Во делот **б)**, за правилно определување на материјалот со поголема дисперзија се доделуваат 4 поени, а пак за точно објаснување се доделуваат 4 поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на единицата мерка во којашто се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 2. Два звучника на концертна сцена вибрираат во фаза. Слушател се наоѓа на растојание 50,5 m од левиот звучник и 26 m од десниот звучник. Слушателот може да ги регистрира сите фреквенции од 20 Hz до 20 000 Hz. Брзината на звукот изнесува 343 m/s. Кои се првите две најниски фреквенции што слушателот може да ги слушне со максимален интензитет?

Решение:

Слушателот се наоѓа на растојание $d_1 = 50,5\text{ m}$ од левиот звучник и на растојание $d_2 = 26\text{ m}$ од десниот звучник, така што патната разлика на звучните бранови од двата звучника е:

$$\Delta L = |d_1 - d_2| = 24,5\text{ m}. \quad (1)$$

Слушателот ќе ги слушне со максимален интензитет само оние фреквенции за коишто е исполнет условот за конструктивна интерференција

$$\Delta L = m\lambda = m\frac{v}{f}. \quad (2)$$

Оттука, фреквенциите, коишто тој може да ги слушне со максимален интензитет, се дадени со равенката:

$$f_m = \frac{mv}{\Delta L}. \quad (3)$$

За $m = 1$:

$$f_1 = \frac{343\text{ m/s}}{24,5\text{ m}} = 14\text{ Hz}. \quad (4)$$

(Ова е под границата на слухот — 20 Hz.)

За $m = 2$:

$$f_2 = \frac{2 \cdot 343\text{ m/s}}{24,5\text{ m}} = 28\text{ Hz}. \quad (5)$$

За $m = 3$:

$$f_3 = \frac{3 \cdot 343\text{ m/s}}{24,5\text{ m}} = 42\text{ Hz}. \quad (6)$$

Значи, најниските фреквенции изнесуваат 28 Hz и 42 Hz.

Забелешка: За правилно запишување на патната разлика се доделуваат 5 поени. За правилно користење на условот за конструктивна интерференција, наведен во решението, се доделуваат 5 поени. За изведување на изразот за фреквенцијата се доделуваат 2 поена. За точно одредување на двете фреквенции се доделуваат по 4 поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на единицата мерка во којашто се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 3. Фотографските камери користат едноставен оптички систем составен од кружен отвор, тенка леќа и фотосензитивна плоча (филм). Светлината, којашто ја рефлектира предметот, минува низ леќата, којашто ги собира зраците и ги насочува така што тие се фокусираат на фотосензитивната плоча. Фокусирањето се врши со мало поместување на леќата напред или назад, со што се менува положбата каде што се формира остар лик.

Ако определена камера користи тенка леќа со фокусно растојание $f = 65 \text{ mm}$, да се пресмета:

а) На кое растојание од леќата треба да се постави фотосензитивната плоча за да се фотографира објект кој е поставен во бесконечност?

б) За колку треба да се помести леќата и во која насока во однос на фотосензитивната плоча, доколку сега треба да се фотографира предмет поставен на 25 m од камерата?

Решение:

а) Камерата користи тенка леќа, па врската помеѓу растојанието од предметот до леќата p , растојанието од леќата до сликата l и фокусното растојание f е дадена со равенката за тенка леќа, односно

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}. \quad (1)$$

За предмет поставен во бесконечност, $p \rightarrow \infty$, па

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} \approx \frac{1}{f}, \quad (2)$$

односно, растојанието од леќата до ликот е еднакво на:

$$l_0 = f = 65 \text{ mm}. \quad (3)$$

б) Од равенката за тенка леќа се добива:

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = \frac{1}{65 \text{ mm}} - \frac{1}{25 \text{ m}} \approx 0,015 \text{ mm}^{-1}, \quad (4)$$

$$l = \frac{1}{0,015 \text{ mm}^{-1}} \approx 66,67 \text{ mm}. \quad (5)$$

Затоа, леќата треба да се помести за растојание

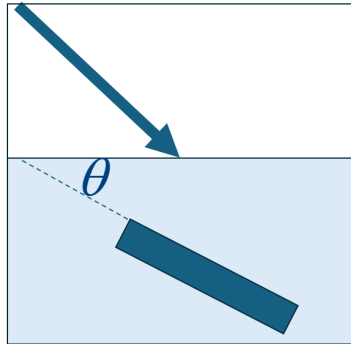
$$\Delta l = l - l_0 = 1,67 \text{ mm}, \quad (6)$$

при фокусирање на предмет којшто се наоѓа на 25 m растојание од леќата.

Забелешка: Во делот **а)**, за правилно запишување на равенката за тенка леќа се доделуваат 4 поени. За заклучокот дека сликата се формира во фокусот се доделуваат 6 поени. Во делот **б)**, за правилно запишување на равенката за растојанието l се доделуваат 4 поена. За точно пресметана вредност за растојанието l се доделуваат 2 поена, а за определување на насоката на поместување се доделуваат 4 поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на единицата мерка во којашто се изразува крајниот резултат се одзема еден поен. Доколку нумеричкиот резултат е различен поради задржување до различен број на значајни цифри **не се одземаат поени**.

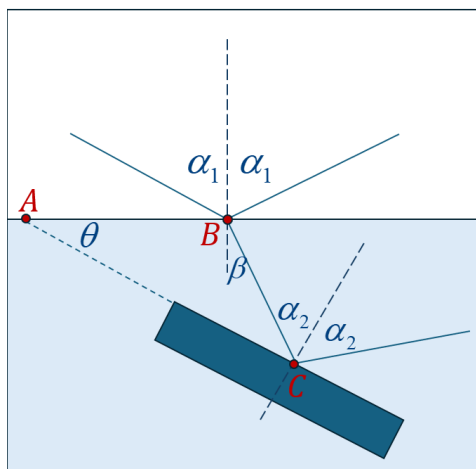
Задача 4. Светлина од воздух паѓа на водена површина при што рефлектираниот зрак е тотално поларизиран. Делот од зракот што се прекршува во водата паѓа на потопена плоча со индекс на прекршување $n = 1,62$, како што е прикажано на Слика 2. Светлината што се одбива од горната површина на плочата е исто така целосно поларизирана. Да се најде аголот θ помеѓу површината на водата и површината на потопената плоча.

Индексот на прекршување на воздухот изнесува $n_0 = 1$, а индексот на прекршување на водата е $n_1 = 1,33$.



Слика 2

Решение:



Слика 3

Со оглед на тоа што станува збор за тотална поларизација на рефлектираниот зрак, за премиот воздух–вода важи Брустеровиот услов:

$$\operatorname{tg}(\alpha_1) = \frac{n_1}{n_0}, \quad (1)$$

каде n_1 и n_0 се индексите на прекршување на водата и воздухот, соодветно. Затоа,

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg}(1,33) \approx 53,06^\circ. \quad (2)$$

За да го најдеме аголот на прекршување во водата, ќе го искористиме Снеловиот закон:

$$n_0 \sin \alpha_1 = n_1 \sin \beta. \quad (3)$$

Затоа:

$$\beta = \arcsin\left(\sin(\alpha_1)\frac{n_0}{n_1}\right) \approx 36,94^\circ. \quad (4)$$

На втората површина пак, повторно се користи Брустеровиот закон, според условот во задачата:

$$\tan \alpha_2 = \frac{n}{n_1} = \frac{1,62}{1,33}; \quad (5)$$

$$\alpha_2 \approx 50,61^\circ. \quad (6)$$

Од триаголникот ABC се добива:

$$\theta + (90^\circ + \beta) + (90^\circ - \alpha_2) = 180^\circ. \quad (7)$$

Оттука:

$$\theta = \alpha_2 - \beta \approx 13,67^\circ. \quad (8)$$

Забелешка: За правилна примена на Брустеровиот услов на првата граница (Равенка 1) се доделуваат 4 поени. За правилно користење на Снеловиот закон во пресметката на аголот на прекршување се доделуваат уште 5 поени. За правилна примена на Брустеровиот услов на втората граница (Равенка 5) се доделуваат 4 поени. За правилно одредување на аголот θ се доделуваат 7 поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на единицата мерка во којашто се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 5. Виолинска жица има должина $L = 0,350$ m и е наштимана на тонот СОЛ (G), со сопствена фреквенција $f_G = 392$ Hz. На колкаво растојание од крајот на жицата треба виолинистката да го постави прстот, за да го свира тонот ЛА (A), којшто има фреквенција $f_A = 440$ Hz?

Решение:

Сопствената фреквенција на жица затегната на двата краја е дадена со изразот:

$$f = \frac{v}{2L}, \quad (1)$$

каде L е должината на жицата, а пак v е брзината на ширење на бранот. Бидејќи брзината на бранот низ жицата останува иста во двата случаја, се добива:

$$\frac{f_A}{f_G} = \frac{L_G}{L_A} \Rightarrow L_A = L_G \frac{f_G}{f_A}, \quad (2)$$

$$L_A = 0,350 \text{ m} \cdot \frac{392 \text{ Hz}}{440 \text{ Hz}} \approx 0,312 \text{ m}. \quad (3)$$

Прстот треба да се постави на растојание:

$$x = L - L_A = 0,350 \text{ m} - 0,312 \text{ m} = 0,038 \text{ m} \approx 3,8 \text{ cm}. \quad (4)$$

Забелешка: За правилно користење на равенката (1) се доделуваат 4 поени. За точен заклучок дека брзината на бранот останува иста се доделуваат 5 поени. За правилно поставување на односот помеѓу фреквенциите и должините на жицата (Равенка (3)) се доделуваат 4 поени. За пресметување на растојанието L_A со точна вредност се доделуваат 4 поени. За пресметување на растојанието од крајот на жицата се доделуваат 3 поени. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на единицата мерка во којашто се изразува крајниот резултат се одзема еден поен.